FACTSHEET

HORTICULTURE

ORDER NO. 03-073

SEPTEMBER 2003

AGDEX 211/66

Ontario Ministry of Agriculture and Food

CA STORAGE GUIDELINES AND RECOMMENDATIONS FOR APPLES

Dr. J.R. DeEll, Dr. D.P. Murr

(Replaces OMAF Factsheet *CA Storage Recommendations for Apples Grown in Ontario*, Order No. 00-015)

HARVESTING APPLES AT OPTIMUM MATURITY

For successful controlled atmosphere (CA) storage, apples must be harvested when they are physiologically mature but not ripe. Each cultivar must be harvested at the proper maturity in order to achieve maximum storage life and marketing season. If apples are harvested too early, they are of poor colour, small size and have little flavour, they will fail to ripen or may ripen abnormally, and the overall quality will be poor. High water loss, low sugar content, high acidity, low aroma volatile production and high starch content are characteristics of immature apples that contribute to inadequate flavour development. Immature apples are also more likely to develop storage disorders like superficial scald and bitter pit. Harvesting apples too late can result in a short storage life. Such apples are too soft for long-term CA storage, and are more susceptible to mechanical injury and disease infection. Over-mature apples may develop poor eating quality and off-flavours and are more susceptible to watercore and internal breakdown.

For the above reasons, the determination of optimum apple maturity for harvest is essential for maximum storage life and quality, while minimizing postharvest losses. Numerous methods have been suggested for determining harvest date, but no single test is completely satisfactory and some are too unpredictable, complicated or expensive. Days after full bloom is generally fairly constant, but can vary in any one year. Therefore, days after full bloom should be used as a general reference to indicate the approximate date when apples might reach harvest maturity, which is then confirmed using tests such as internal ethylene concentration (IEC), starch-iodine staining, flesh firmness, and soluble solids content (sugars). In general, an IEC of 1 ppm is considered to be the ultimate threshold above which fruit ripening and flesh softening are initiated and progress rapidly. Harvest for long-term storage should be completed before 20% of the apples have an IEC greater than 0.2 ppm. Using the starch-iodine test, apples destined for long-term storage should have 100% of the core tissue starch degraded (no stain) with greater than 60% of the flesh tissue still having starch present (stain). However, it is important to note that not all apples mature and ripen in the same manner each year. Often there will be a need to compromise between correct maturity and the required firmness and sugar levels for market.

GUIDELINES FOR PLACING APPLES INTO CA STORAGE

Apples can be segregated into lots at harvest by their storage potential. The following types of apples should not be designated for long-term storage because of their potential for internal breakdown (or to develop bitter pit):

- large fruit from lightly cropped trees
- fruit from excessively vigorous trees
- fruit from young trees just coming into bearing
- fruit from interior portions of trees that are heavily shaded
- early-picked fruit high in starch
- fruit with a low number of seeds (< 5 per fruit).

After harvest, cool the apples as rapidly as possible. Fruit off the tree mature much faster and begin to ripen sooner the warmer the temperature. Try to get the harvest from each day into the cooler by nightfall. However, do not strain the capacity of your cooling system to the detriment of apples already pre-cooled and in storage, or the entire lot. When using CA storage, the quicker you cool the apples and achieve the desired atmosphere, the longer the apples will store and be of good quality upon removal. The longer it takes to adjust the oxygen (O_2) and carbon dioxide (CO_2) levels, the less effective the length of storage. The objective should be to cool the apples and achieve the desired atmosphere within 5–7 days from initial harvest.

104-01091/

CA storage will not improve fruit quality — place only the best fruit in CA storage. If over- or under-mature or poor-quality apples are put into CA, the result will be poor-quality apples upon removal. Successful CA storage begins by harvesting apples at the proper maturity, followed by rapid cooling and establishment of the CA, and then proper maintenance of the desired temperature and atmosphere thereafter. In general, the current standard CA recommendations range between 2.5%–3% O_2 and 2.5%–4.5% CO_2 at 0°C–3°C. However, due to recent research using new storage technologies and strategies, these current CA recommendations have been reviewed. The following table lists CA storage recommendations for commercial apple cultivars in 2003, including storage atmospheres, temperature, and approximate storage-life.

TABLE 1. Storage Atmospheres, Temperature, and Approximate Storage-Life for Commercial Apple Cultivars (2003)

Cultivar	Regime	O_2 (%)	CO_2 (%)	Temperature (°C)	Storage-life (mo.)
Cortland	Standard CA	2.5	2.5	0	4–6
	Low O_2	1.5	1.5	0	6–7
	Programmable	2.5 (2 mo.) 1.5 (2 mo.) 0.7 (2 mo.)	2.5 (2 mo.) 1.5 (2 mo.) 1.0 (2 mo.)	3 3 0	6–7
Crispin (Mutsu)	Standard CA	2.5	2.5	0	6–8
Delicious	Standard CA	2.5	2.5	0	7–9
Empire [2]	Standard CA	2.5	2.0	1–2	5–7
	+ SmartFresh [1]	2.5	<0.5	1–2	6–8
	Low O_2	1.5	1.5	1–2	6–8
	+ SmartFresh [1]	1.0	<0.5	1–2	7–9
Gala	Standard CA	2.5	2.5	0	5–7
	Low O_2	1.5	1.5	0	6–8
Golden Delicious	Standard CA	2.5	2.5	0	5–7
	Low O_2	1.5	1.5	0	6–8
Honeycrisp	Not Recommended				
Idared	Standard CA	2.5	2.5	0	7–8
McIntosh	Standard CA	2.5	2.5 (1st mo.) 4.5 (>1 mo.)	3	5–6
	+ SmartFresh [1]	2.5	2.5	3	5–7
	Low O_2 [3]	1.0	1.0	3	6–8
	+ SmartFresh [1]	1.0	<0.5	3	6–8
Northern Spy	Standard CA	2.5	2.5	0	7–9
Spartan	Standard CA	2.5	2.5	0	6–7

1. SmartFresh™ (1–methylcyclopropene; 1–MCP) is currently not registered in Canada; it significantly improves firmness retention and extends storage life; it may alter the requirement for current O_2/CO_2 levels in CA.
2. DPA (diphenylamine) drench applied cosmetically to help control CO_2 injury.
3. Not 'Marshall' McIntosh, this strain is low O_2 sensitive and may develop low O_2 injury.

This Factsheet was authored by **Dr. Jennifer R. DeEll**, Fresh Market Quality Program Lead, Ontario Ministry of Agriculture and Food, Simcoe, and **Dr. Dennis P. Murr**, Professor and Postharvest Physiologist, Department of Plant Agriculture, University of Guelph.

Agricultural Information Contact Centre
1-877-424-1300
ag.info@omaf.gov.on.ca

www.omaf.gov.on.ca

POD
ISSN 1198-712X
Également disponible en français
(commande n° 03-074)

Ontario

0121010003073

FICHE TECHNIQUE

HORTICULTURE

COMMANDE N° 03-074

SEPTEMBRE 2003

AGDEX 211/66

Ontario Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

RECOMMANDATIONS 2003 POUR L'ENTREPOSAGE DES POMMES EN ATMOSPHÈRE CONTRÔLÉE

J.R. DeEll, Ph.D., et D.P. Murr, Ph.D.

(En remplacement de la fiche technique n° 00-016 du MAAO intitulée *Recommandations pour l'entreposage des pommes de l'Ontario en atmosphère contrôlée*)

CUEILLETTE AU STADE OPTIMAL DE MATURITÉ

Pour réussir l'entreposage des pommes en atmosphère contrôlée (AC), il faut cueillir les pommes lorsqu'elles ont atteint la maturité physiologique sans pour autant être complètement mûres. Chaque cultivar doit être cueilli au stade de maturité approprié si l'on veut maximiser la durée de conservation ainsi que la période de mise en marché. Les pommes cueillies trop tôt manqueront de coloration, seront de plus faible calibre, auront moins d'arômes et de saveurs, ne mûriront pas convenablement et auront une qualité globalement médiocre. Le flétrissement accéléré, une faible teneur en sucre, un haut niveau d'acidité, une faible production d'arômes ainsi qu'une haute concentration d'amidon sont des caractéristiques des pommes non parvenues à maturité qui contribuent au manque de saveur des pommes. Les fruits cueillis trop tôt auront également tendance à subir des désordres physiologiques pendant l'entreposage comme l'échaudure superficielle et la tache amère. À l'inverse, la cueillette trop tardive des pommes réduit la durée de conservation. En effet, les pommes trop mûres n'auront pas la fermeté voulue pour permettre leur entreposage à long terme en atmosphère contrôlée. Elles seront plus sensibles aux blessures mécaniques ainsi qu'aux maladies lors de l'entreposage. Elles perdront leurs qualités gustatives comme la fermeté et le goût et seront plus sensibles aux affections comme le cœur aqueux et le blettissement (ramollissement de la chair).

L'évaluation du stade optimal de maturité des pommes pour la cueillette est donc une étape essentielle si l'on veut maximiser la durée de conservation et la qualité des fruits et réduire les pertes en cours d'entreposage. Plusieurs méthodes ont été suggérées pour déterminer la date appropriée de cueillette, mais aucune n'est idéale; certaines manquent de constance, d'autres sont trop complexes ou dispendieuses. Même si le nombre de jours après la pleine floraison varie selon les années, il est assez constant pour être utilisé comme une référence indiquant la date approximative à laquelle les pommes devraient avoir atteint la maturité appropriée pour être cueillies. Cette date doit ensuite être confirmée par des tests portant notamment sur la concentration interne d'éthylène du fruit, la révélation (ou dosage) de l'amidon à l'iode, la fermeté de la chair et la concentration en sucres solubles. En général, une concentration interne d'éthylène de 1 ppm est considérée comme étant le seuil au-dessus duquel le mûrissement et la perte de fermeté progressent rapidement. La cueillette des pommes destinées à l'entreposage à long terme devrait se faire avant que 20 % des fruits ne dépassent une concentration interne d'éthylène de 0,2 ppm. Suivant la méthode de révélation de l'amidon à l'iode, ce stade correspond, chez les pommes destinées à l'entreposage à long terme, au moment où 100 % de l'amidon du cœur du fruit a été transformé en sucre (absence de coloration par l'iode) et où plus de 60 % des tissus de la chair présentent encore de l'amidon (tissus colorés par l'iode). Il est toutefois important de noter que les pommes ne mûrissent pas toutes de la même manière chaque année. Il y a souvent un compromis à faire entre la maturité appropriée, la fermeté et la teneur en sucre demandées par le marché.

LIGNES DIRECTRICES POUR L'ENTREPOSAGE DES POMMES EN AC

À la cueillette, les pommes peuvent être classées en lots selon leur potentiel de conservation. Les pommes présentant les caractéristiques suivantes ne devraient pas être entreposées à long terme en raison du risque de développement du blettissement et de la tache amère :

- les fruits de gros calibre provenant des arbres peu chargés;
- les fruits des arbres présentant un excès de vigueur;
- les fruits des jeunes arbres en début de production;
- les fruits provenant de l'intérieur des arbres, en milieu ombragé par le feuillage;
- les fruits cueillis hâtivement qui présentent des teneurs élevées en amidon;
- les fruits avec peu de pépins (moins de 5 par fruit).

Après la cueillette, la maturation des pommes s'accélère. Les pommes mûrissent d'autant plus rapidement que la température est élevée. C'est pourquoi les pommes doivent être refroidies aussi rapidement que possible. La récolte de la journée devrait être entrée dans une chambre réfrigérée avant la tombée du jour. Évitez de surcharger le système de refroidissement en réfrigérant simultanément une trop grande quantité de pommes : les pommes refroidies qui s'y trouvent déjà pourraient en souffrir. Pour l'entreposage en AC, plus les pommes sont refroidies rapidement et plus la chambre atteint l'atmosphère désirée rapidement, plus les fruits conserveront longtemps leur qualité durant l'entreposage. Plus l'atteinte des niveaux d'oxygène (O_2) et de dioxyde de carbone (CO_2) est rapide, moins il y aura de perte de qualité durant l'entreposage. L'objectif est de refroidir les pommes et d'obtenir les conditions d'atmosphère désirées à l'intérieur d'une période de 5 à 7 jours après le début de la cueillette.

L'entreposage en AC n'améliorera pas la qualité des fruits. Seulement les fruits de la meilleure qualité devraient donc être entreposés en AC. Si l'on entrepose en AC des fruits dont l'état de maturité est trop ou pas assez avancé, ou des fruits de mauvaise qualité, on obtiendra un résultat décevant au terme de l'entreposage. L'obtention de fruits de qualité à la sortie d'un entrepôt en AC passe par la cueillette des pommes au stade de maturité approprié, un refroidissement et un conditionnement en AC rapide et finalement le maintien de conditions de température et d'atmosphère adéquates pendant toute la durée de l'entreposage. Les conditions généralement recommandées pour l'AC correspondent aux fourchettes de 2,5 à 3 % d'O_2 et de 2,5 à 4,5 % de CO_2 à une température entre 0 et 3 °C. Toutefois, des recherches récentes utilisant de nouvelles technologies et stratégies d'entreposage donnent actuellement lieu à une révision de ces recommandations. Le tableau suivant présente les recommandations pour l'entreposage des cultivars commerciaux de pommes en AC pour l'année 2003, au titre notamment de la composition gazeuse, de la température et de la durée approximative de conservation.

Nous remercions le Secrétariat d'État pour sa contribution financière à la réalisation de la présente fiche technique.

Cette fiche est une version révisée d'une traduction réalisée par **Jollin Charest**, agronome, MAPAQ, et publiée sur le Réseau d'avertissements phytosanitaires (Bulletin d'information n° 14 — Pommier — 11 septembre 2003). Le texte d'origine a été rédigé par **Jennifer R. DeEll**, Ph. D., chef du programme de la qualité — Marché du frais, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, et par **Dennis P. Murr**, Ph. D., professeur et spécialiste de la physiologie post-récolte, Département de phytotechnie, Université de Guelph.

TABLEAU 1. Conditions d'entreposage en atmosphère contrôlée et durée de conservation approximative des cultivars commerciaux de pommes (2003)

Cultivar	Régime	O_2 (%)	CO_2 (%)	Température (°C)	Durée de conservation (mois)
Cortland	AC classique	2,5	2,5	0	4–6
	Appauvri en O_2	1,5	1,5	0	6–7
	Programmable	2,5 (2 mois)	2,5 (2 mois)	3	6–7
		1,5 (2 mois)	1,5 (2 mois)	3	
		0,7 (2 mois)	1,0 (2 mois)	0	
Crispin (Mutsu)	AC classique	2,5	2,5	0	6–8
Delicious	AC classique	2,5	2,5	0	7–9
Empire [1]	AC classique	2,5	2,0	1–2	5–7
	+ SmartFresh [2]	2,5	< 0,5	1–2	6–8
	Appauvri en O_2	1,5	1,5	1–2	6–8
	+ SmartFresh [2]	1,0	< 0,5	1–2	7–9
Gala	AC classique	2,5	2,5	0	5–7
	Appauvri en O_2	1,5	1,5	0	6–8
Golden Delicious	AC classique	2,5	2,5	0	5–7
	Appauvri en O_2	1,5	1,5	0	6–8
Honeycrisp	Non recommandé				
Idared	AC classique	2,5	2,5	0	7–8
McIntosh	AC classique	2,5	2,5 (1er mois)	3	5–6
			4,5 (> 1 mois)		
	+ SmartFresh [2]	2,5	2,5	3	5–7
	Appauvri en O_2 [3]	1,0	1,0	3	6–8
	+ SmartFresh [2]	1,0	< 0,5	3	6–8
Northern Spy	AC classique	2,5	2,5	0	7–9
Spartan	AC classique	2,5	2,5	0	6–7

1. DPA (diphénylamine) appliqué par douchage (bassinage) pour prévenir les affections liées au CO_2.
2. SmartFresh™ (1-méthylcyclopropène; 1-MCP) n'est pas homologué pour le moment au Canada. Ce produit améliore significativement le maintien de la fermeté et prolonge la durée de conservation; il peut permettre de modifier les niveaux de O_2/CO_2 actuellement recommandés pour l'AC.
3. Sauf la lignée McIntosh 'Marshall' qui est sensible aux faibles teneurs en O_2 et, par conséquent, peut subir des altérations.

Centre d'information agricole de l'Ontario
1 877 424-1300
ag.info@omaf.gov.on.ca

www.gov.on.ca/omaf

POD
ISSN 1198-7138
Also available in English
(Order No. 03-073)

Ontario